

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-144640

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 21/304

識別記号

3 4 1

F I

H 0 1 L 21/304

3 4 1 G

3 4 1 E

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-298527

(22) 出願日 平成 8 年 (1996) 11 月 11 日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 榎木 宜良

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株

式会社内

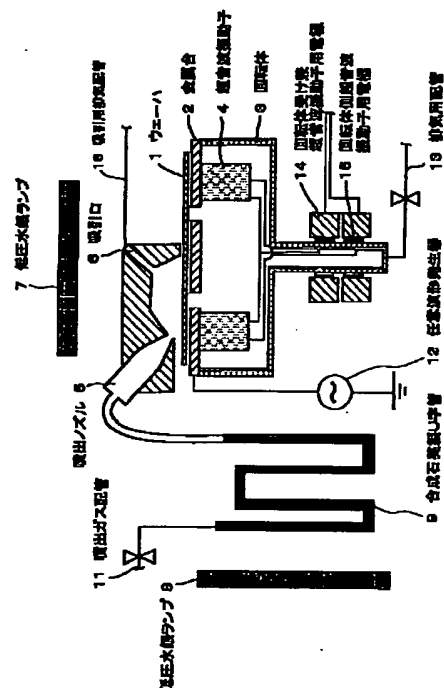
(74) 代理人 弁理士 若林 忠

(54) 【発明の名称】 ウエーハの洗浄方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体ウエーハの表面に静電吸着又は化学吸着したパーティクルを除去して、離散したパーティクルが再付着したり雰囲気を汚染することのない洗浄方法及び装置を提供する。

【解決手段】 電極を形成する回転可能な金属台2の上にウエーハ1を密着保持し、金属台に交流電圧を印加して静電吸着しているパーティクルを静電離散させ、ノズル5から噴出するアルゴンガスでパーティクルを巻き込んで吸入口6で吸引し排出する。金属台2を超音波振動子4で振動させるとともにノズル5をウエーハ上で移動させる。化学吸着しているパーティクルに対してはさらに紫外線ランプ7で照射を行ない、又はオゾンを混入したガスを石英製U字管9を通過させ紫外線ランプ8で照射してオゾンを活性化させた後ノズルより噴出させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極を形成する金属台の上に、洗浄すべきウエーハを密着させて保持し、  
該金属台に交流電圧を印加して、前記ウエーハに静電吸着しているパーティクルを静電離散させ、  
前記金属台上方に配設されたノズルから清浄な不活性ガスを噴出させて、前記ウエーハ上の前記パーティクルを該噴出ガス中に巻き込み、  
前記ノズルに対向して設けられたガス吸入口によって該パーティクルを吸引し、前記ウエーハから離散した該パーティクルが前記ウエーハに再付着することを防止する、ウエーハの洗浄方法。

【請求項2】 前記金属台の上にウエーハを保持した後、該金属台を軸の周りに回転させる、請求項1記載のウエーハの洗浄方法。

【請求項3】 前記金属台上方に配設された前記ノズルと前記ガス吸入口とを、前記不活性ガス噴出中に前記ウエーハに沿って移動させる、前記請求項1または2に記載のウエーハの洗浄方法。

【請求項4】 前記金属台を超音波振動子によって振動させる、前記請求項1ないし3のいずれか1項に記載のウエーハの洗浄方法。

【請求項5】 前記金属台の上に保持されたウエーハに紫外線を照射する、請求項4に記載のウエーハ洗浄方法。

【請求項6】 前記ノズルから噴出するガスが、オゾンまたはオゾンを混合した不活性ガスである、請求項5に記載のウエーハ洗浄方法。

【請求項7】 前記ノズルより噴出するガスが、オゾンまたはオゾンを混合した不活性ガスであり、かつ該不活性ガスに紫外線を照射してオゾンを活性化させる、請求項4に記載のウエーハ洗浄方法。

【請求項8】 洗浄すべきウエーハを密着させて保持し、かつ電極を形成する金属台と、  
該金属台に交流を印加する手段と、  
前記金属台上方に配設されて、前記ウエーハ上面にガスを噴出する噴出ノズルと、  
該噴出ノズルに対向して設けられたガス吸引口とを有するウエーハ洗浄装置。

【請求項9】 前記金属台を、縦軸の周りに回転させる手段を有する、請求項8に記載のウエーハ洗浄装置。

【請求項10】 前記金属台の上に保持されたウエーハを、紫外線照射する手段を有する、請求項8又は9に記載のウエーハ洗浄装置。

【請求項11】 前記噴出ガスが、オゾンまたはオゾンを混合した不活性ガスである、請求項8に記載のウエーハ洗浄装置。

【請求項12】 前記噴出ガスに紫外線を照射する手段を有する、請求項11に記載のウエーハ洗浄装置。

【請求項13】 前記金属台が、超音波振動子を有する、請求項8ないし12のいずれか1項に記載のウエー

ハ洗浄装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウエーハの洗浄方法及びその装置に関し、特に乾式洗浄法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来この種類のウエーハ洗浄方法は、通常純水又はアルカリ、酸などの水溶液による湿式洗浄が主に行われており、これに超音波洗浄や高圧ガス吹付けによる洗浄が併用され、又は高圧ガス吹付けによる乾式洗浄も行なわれている。

【0003】例えば、特開平6-232103号公報に開示されている洗浄方法は、図4に示すように、溶質57内に浸漬した半導体ウエーハ58を、対向する電極53と54の間に配置し、電極間に電源56から交流電圧を印加することによってウエーハ58に交流電界を加えてパーティクルの静電気を除去すると共に振動容器52内の振動子により超音波洗浄を行なうようになっている。

【0004】このような湿式洗浄を行なったウエーハは、次に示すように表面に付着した液滴を除去する必要がある、例えば特開平2-281626号公報に開示されている装置においては、半導体ウエーハを載置する基台を介して、半導体ウエーハに超音波振動を加えることによりウエーハの表面に付着した液を微小な液滴として浮き上らせ、さらにウエーハの表面に気体を吹き付けて液滴を払拭するようにしている。

【0005】或いはまた、特開平1-313940号公報に開示する装置においては、水洗した半導体ウエーハが乾燥槽内のカセットキャリアにその表面を下に向けて搭載された状態で、超音波発振器により振動し、ウエーハ表面に付着している水分は細かい水滴となって表面から分離し易くなり、さらにウエーハ表面に平行に吹流されるノズル孔からの空気流によって、容易にウエーハ表面から分離して排気口へ送られるようになっている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の湿式洗浄によるウエーハの洗浄方法においては、乾燥工程を必要とするため、乾燥工程において洗浄されたパーティクルがウエーハに再付着したり、洗浄液中に存在する不純物が付着し易く、その結果十分なパーティクル除去を行なうことができないという欠点がある。

【0007】これに対して清浄な気体をウエーハに吹き付ける乾式洗浄においては、湿式洗浄におけるような乾燥に伴う再汚染は無いが、ウエーハに静電吸着したパーティクルや化学吸着した有機物を除去することはできず、また気体噴出ノズルのみを具備する装置においては、ウエーハ表面のパーティクルを雰囲気中に撒き散らすことになるという欠点がある。

【0008】本発明の目的は、ウエーハ表面に静電吸着したパーティクルや、化学吸着したパーティクルを、ウエーハ表面から容易に除去し、さらにウエーハ表面から除去されて離散したパーティクルを回収して、ウエーハへの再付着及び雰囲気汚染を防止しうる、乾式洗浄方法及びその装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明のウエーハ洗浄装置は、ウエーハを密着させて保持しかつ電極を形成する金属台と、金属台に交流電圧を印加する手段と、金属台 10 の上方に配設されて、ウエーハ上面にガスを噴出するための噴出ノズルと、噴出ノズルに対向して設けられたガス吸入口とを有している。

【0010】上述の金属台は縦軸の周りに回転可能な手段を有し、さらに超音波振動子を具備することが好ましく、また、金属台上に保持されたウエーハを紫外線によって照射する手段または噴出ガスを紫外線によって照射する手段を備えることが好ましい。

【0011】上述の不活性ガスは、オゾンまたはオゾンを混合させた不活性ガスとすることが好適である。

【0012】次に本発明における静電吸着種を除去する作用に就て述べる。一般にウエーハに吸着しているパーティクルは、図2に示すように、静電吸着または化学吸着の形態をとっている。

【0013】図2において、静電気を帯びたパーティクル22がウエーハ21の表面に近づく、ウエーハに誘電分極が発生してパーティクルとウエーハ相互間に働く静電気力によりお互いに強固に吸着する。また電荷を持たない誘電体のパーティクル23が分極した場合も、上記と同様にしてウエーハに吸着する。

【0014】一般に、気体を勢よくウエーハに吹き付ける乾式洗浄では、このような静電的に吸着したパーティクルを除去することは困難であるため、本発明においては、ウエーハを保持する金属台に適当な波形の電圧を印加することによって、静電吸着パーティクルとウエーハとの間に反発力を発生させてパーティクルをウエーハから脱着させ、ノズルから噴出する高速の気体によってパーティクルを吹き飛ばし、吸引口から回収するものである。

【0015】図3において、金属台2に負電位を印加すると、ウエーハ31は図3(A)に示すように分極して上側表面が負電荷を帯びるため、ウエーハに吸着している負電荷を有するパーティクル32は、ウエーハ31との間に反発力が働いてウエーハから脱着する。また、分極によって吸着しているパーティクル34の分極反転に要する時間は、ウエーハの誘電緩和時間よりも大きいので、ウエーハの分極の変化よりも遅れて分極反転が起きる。従って、ウエーハ31が図3(A)に示すように分極しても、ある時間の間パーティクル34は初期の分極状態を保っているため、パーティクル32と同時に反発 50

力によりウエーハ31から脱着する。この段階で、負電荷を帯びているパーティクル32と、ウエーハ側が負に分極しているパーティクル34とは除去できることになるが、正電荷を帯びているパーティクル33と、ウエーハ側が正に分極しているパーティクル35とはウエーハ31に吸着したまま残留している。

【0016】次に金属台2に正電位を印加すると、図3(B)に示すように、ウエーハ31は直ちに分極反転を起こして31aとなり、正電荷を帯びているパーティクル33と、ウエーハ側が正に分極しているパーティクル35とは、反発力によってウエーハ31aから脱着する。

【0017】さらに上述の金属台に与える回転運動と、超音波振動子による振動とは、パーティクルの除去効率を向上させるものである。

【0018】また金属台の上方に設けたガス噴出ノズルとガス吸入口とを、左右方向に移動させることによってウエーハ上面全体の洗浄を行なうことができる。

【0019】次に化学吸着種を除去する作用に就て述べる。化学吸着種には、図2に示すように、水素結合など分子レベルで静電的にウエーハに吸着しているもの、直接結合しているもの、または分子間力によって吸着しているものなどがあり、殆んどが有機物である。本発明においては、上述の静電吸着種の除去と同時に、パーティクルに紫外線照射を行ない分解除去を行なう。

【0020】また分解反応を促進させるために、紫外線を照射して活性化させたオゾンを、パーティクル除去用の不活性ガスに混入させることにより、さらに化学吸着種の除去に効果を挙げることができる。

30 【0021】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は本発明のウエーハ洗浄装置の一実施の形態を示す模式的縦断面略図である。

【0022】金属台2は、上面が平坦な板状をなし、槽状の回転体3に支持されて回転軸3aの周りに回転可能で、上面に洗浄すべきウエーハ1を載置したとき、回転体3の槽内の真空圧がウエーハ1を吸引し、上面に密着して保持することができる。

【0023】槽状の回転体3は、底面より下方に延びる中空の回転軸3aを備え、回転軸3aの端部が排気用配管13に接続されて、回転体3の槽内を真空に保ちウエーハ1を金属台2の上面に吸引して密着保持する。

【0024】超音波振動子4は、金属台2の下面に固設された複数の超音波振動子で、回転軸3aの外側を囲んで回転体3を回転可能に支持する回転体受け兼超音波振動子用電極14に、回転体側超音波振動子用電極15を介して電気的に接続されて、超音波振動を金属台2に与えることができる。

【0025】任意波形発生器12は、電極を兼ねた金属台2に任意の波形の電圧を印加する装置で、これにより

金属台2の上に密着保持されたウエーハ1を分極させて、ウエーハの上に静電吸着しているパーティクルを脱着させる作用をする。

【0026】ガス噴出ノズル5は、金属台2の上方に設けられたノズルで、金属台2の上に保持されたウエーハ1の表面に清浄な不活性ガスを吹付け、ウエーハ1の表面から脱着したパーティクルを噴出ガス中に巻き込むためのガス噴出ノズルであり、ガス吸引口6は、噴出ノズル5に対向して設けられたガスを吸引するための装置で、ウエーハ1から脱着したパーティクルが離散してウエーハに再付着しないように吸引して排気配管16から装置外へ排出するものである。

【0027】ガス噴出ノズル5と、ガス吸引口6とは一対で設けられ、金属台2の上面と平行に左右に移動することができるので、回転中のウエーハ1の表面を全面に亘って洗浄することができる。

【0028】紫外線ランプ7は、金属台2の上に保持されたウエーハ1を紫外線照射して、ウエーハ1の表面に化学吸着した有機物を分解し除去するための装置で、紫\*

\*外線ランプには波長領域が180～350nmの低圧水銀ランプが好適である。

【0029】上述のガス噴出ノズル5から噴出される不活性ガスにはアルゴンが用いられるが、化学吸着種に対する分解反応を促進するために、紫外線で活性化させたオゾンを実験にアルゴンに混入させる。そのための装置として、噴出ノズル5の手前の噴出ガス配管11の途中に、合成石英製U字管9を挿入し、U字管9の外側に紫外線ランプ8を設けてU字管内を通過するオゾンとアルゴンの混合気体を紫外線照射することによりオゾンは活性化される。

【0030】

【実施例】ウエーハを外気中に24時間放置し、ウエーハ上にパーティクルを付着させて、従来の乾式洗浄法と本発明による洗浄法を実施後の、ウエーハ上に残留するパーティクル数を、光散乱によるパーティクルカウンタ(キヤノン製WM3)で測定した結果を表1に示す。

【0031】

【表1】

		パーティクルの大きさ (μm)		
		0.2～0.5	0.5～1.0	1.0～
(1)	初期状態	12864	8693	14358
(2)	従来の乾式洗浄法	3251(3247)	2216(2215)	1865(1865)
(3)	実施例1	524(511)	224(216)	142(139)
(4)	実施例2	432(429)	211(210)	48(48)
(5)	実施例3	58(48)	24(18)	7(5)
(6)	実施例4	23(9)	6(2)	1(1)
(7)	実施例5	16(12)	7(5)	0(0)

## (2)2回目

実験には4インチシリコンウエーハ20枚を用い、洗浄後の残留パーティクル数の平均値を以下の(2)ないし(6)に示す各洗浄法の水準と比較した。

- (1) 24時間放置直後の初期状態
- (2) 従来の洗浄法(アルゴン吹付け)
- (3) (2)の後、本発明の電圧印加法・・・実施例1
- (4) (3)の後、電圧印加と超音波印加を同時実施・・・実施例2

※(5) (4)の後、電圧印加と超音波振動と紫外線照射を同時実施・・・実施例3

(6) (5)の後、噴出ガスにオゾン混入、電圧印加と超音波と紫外線を同時実施・・・実施例4

(7) (6)の後、噴出ガスに酸素混入、電圧印加と超音波と紫外線を同時実施・・・実施例5

24時間外気中に放置した4インチウエーハ1枚あたりのパーティクル数は、粒径0.2～0.5μmのもの1

※50 2,864個、0.5～1.0μmのもの8,693

個、1.0 $\mu$ m以上のもの14,358個であった。  
(表1の(1)欄参照)。

【0032】従来の乾式洗浄法によって、5kg/cm<sup>2</sup>に加圧した洗浄なアルゴンガスを吹き付けた後のパーティクル数は、表1の(2)欄に示すように、相当の残留が見られた。これらの残留パーティクルは静電吸着や化学吸着によるものと考えられた。尚、同一の操作を繰り返して行った結果は( )内で示す通りで、パーティクルの数はそれぞれの粒径で殆んど変化はなく、0.2~0.5 $\mu$ mのもので4個、0.5~1.0 $\mu$ mのもので1個、1.0 $\mu$ m以上のもので0個それぞれ減少したのみであった。

#### 実施例1

上述の従来の乾式洗浄を行なった後の20枚のウエーハについて、図1に示す装置を用いて次の実験を行なった。波形発生器12により金属台2に±10V、周波数10Hzの矩形波を印加し、噴出ノズル5から5kg/cm<sup>2</sup>に加圧した清浄なアルゴンを吹付け付けた。回転体3の回転は200rpmで、ノズル5と吸引口6とを2cm/minの速度でウエーハの中心から端部までを1往復させた。

【0033】この操作を行なった後の20枚のウエーハのパーティクル数の平均値(小数点以下四捨五入)は、表1の(3)欄に示すように、従来法に比べてかなり減少した。この結果が得られたのは静電吸着していたパーティクルが除去されたものと考えられる。繰り返し同一操作を行なっても、パーティクル数に顕著な減少傾向は見られず、0.2~0.5 $\mu$ mのものが13個、0.5~1.0 $\mu$ mのものが8個、1.0 $\mu$ m以上のものが3個減少した。

#### 実施例2

実施例1の洗浄を行なった後、実施例1と同じ矩形波を印加すると同時に、超音波振動子4によって超音波振動を金属台2に加えて洗浄を行なった。振動子の振動数は100kHz、出力は400Wであった。その結果表1の(4)欄に示すように、実施例1に比べて0.2~0.5 $\mu$ mのものが約100個、0.5~1.0 $\mu$ mのものが約10個、1.0 $\mu$ m以上のものが約100個減少し、超音波振動付加の効果が認められた。同一操作を繰り返してもパーティクルの数には殆んど変化はなかった。

#### 実施例3

実施例2の洗浄後、実施例2と同様に矩形波電圧及び超音波振動を金属台に加え、さらにウエーハ1を低圧水銀ランプ7で照射してアルゴンガスを吹き付けたところ残存パーティクル数は表1の(5)欄に示すように激減した。この結果から、化学吸着していたパーティクルが除去されたものと考えられる。

【0034】20枚のウエーハのうちの5枚のウエーハに対して同一操作を繰り返したところ、実施例1、2と

は異なり、0.2~0.5 $\mu$ mのものが10個、0.5~1.0 $\mu$ mのものが6個、1 $\mu$ m以上のものが2個減少した。このことから紫外線による洗浄効果が紫外線の照射時間に依存性のあることがうかがえた。

#### 実施例4

実施例3の結果から、紫外線照射による分解反応は時間依存性のあることがわかったので、分解反応を促進させるために、アルゴンガスに10%の割合でオゾン混ぜた混合ガスを用いて、実施例3で一回だけ洗浄した15枚のウエーハの洗浄を、実施例3と同一条件で行った。混合ガスには、流路の途中に設けた合成石英製のU字管9に低圧水銀ランプ8からの紫外線を照射した。その結果、残存パーティクル数は、表1の(6)欄に示すように、実施例3に比べかなり減少しオゾンの効果が認められた。15枚のウエーハのうち5枚に対し、繰り返し同じ操作を行ったところ、0.2~0.5 $\mu$ mのものが14個、0.5~1.0 $\mu$ mのものが4個減少した。1.0 $\mu$ m以上のものは変化しなかった。

#### 実施例5

実施例4で1回だけ操作したウエーハ10枚に対して、実施例4で用いた混合ガスをアルゴンと酸素に置換えて、同一操作を行った。その結果、表1の(7)欄に示すように、実施例4の2回目の洗浄よりも効果は小さく、酸素よりもオゾンの方が効果が大きいことがわかった。2回目の操作を行っても実施例4の2回目の結果には至らなかった。

#### 【0035】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、ウエーハを密着保持した電極の電位を変化させるとともにウエーハに超音波振動を与え、かつ移動可能な噴出ノズルから不活性ガスを噴出することによって、ウエーハに静電吸着しているパーティクルを効率よく除去し、さらに紫外線照射とともに活性化したオゾンまたは酸素を含むガスを噴出させることによって、化学吸着したパーティクルの分解反応が効率よく起きるので、清浄なウエーハが効率よく得られるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のウエーハ洗浄装置の構成を示す模式的縦断面略図である。

【図2】パーティクルの吸着の状態を説明する模式図である。

【図3】ウエーハの分極によってパーティクルが脱着する状態を説明する模式図である。

【図4】従来の技術によるウエーハの洗浄装置の要部切断説明図である。

#### 【符号の説明】

- 1、21、31、31a、58 ウエーハ
- 2 金属台
- 3 回転体
- 4 超音波振動子

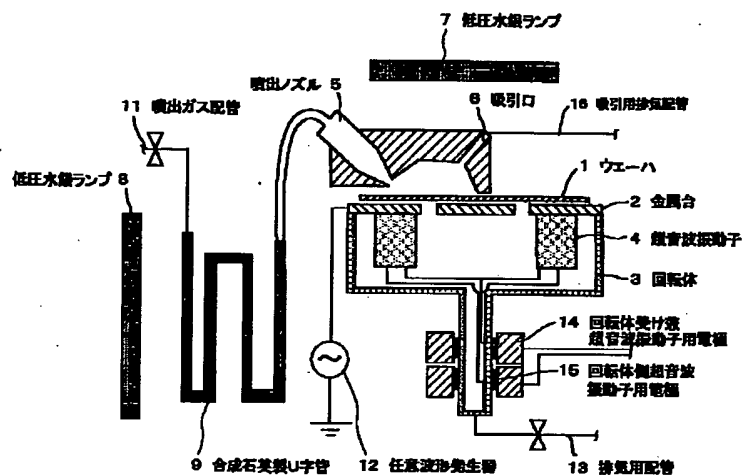
9

10

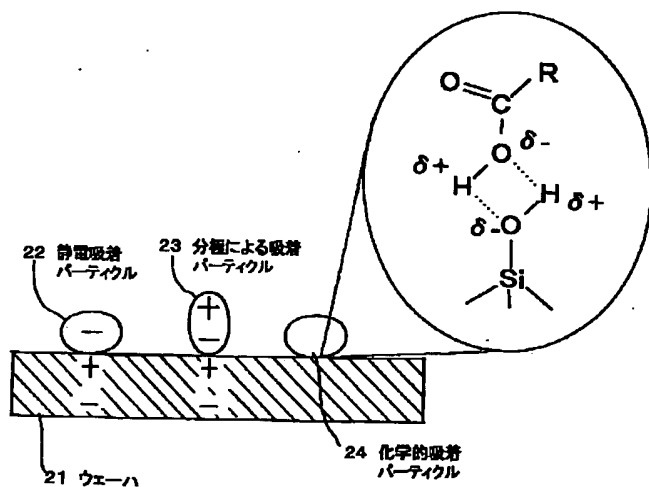
- 5 噴出ノズル  
6 吸引口  
7、8 紫外線ランプ/低圧水銀ランプ  
9 合成石英製U字管  
11 噴出ガス配管  
12 任意波形発生器  
13 排気用配管  
14 回転体受け兼超音波振動子用電極  
15 回転体側超音波振動子用電極  
16 吸引用排気配管  
22 静電吸着したパーティクル

- 23 分極して吸着したパーティクル  
24 化学吸着したパーティクル  
32 負電荷を帯びたパーティクル  
33 正電荷を帯びたパーティクル  
34 ウエーハ側が負に分極したパーティクル  
35 ウエーハ側が正に分極したパーティクル  
52 振動容器  
53、54 電極  
56 電源  
57 溶質

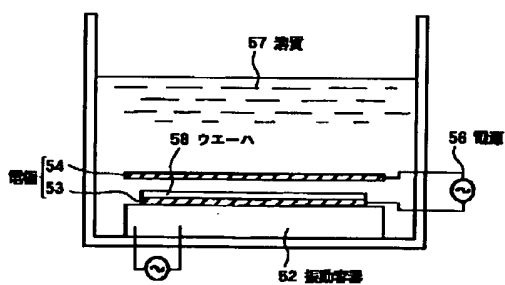
【図1】



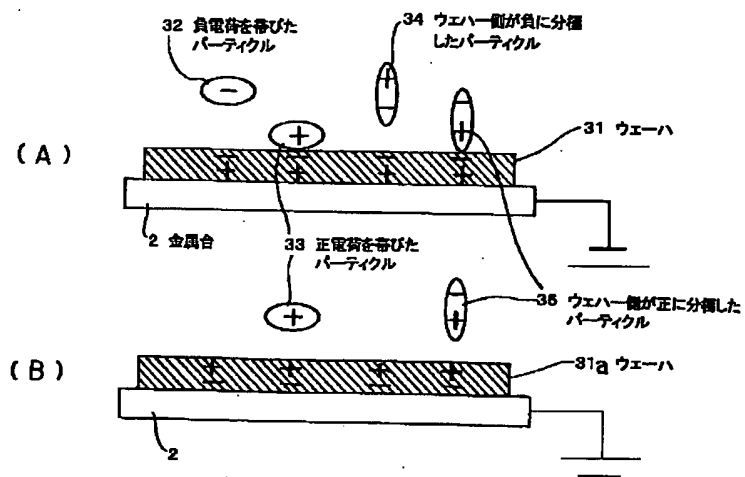
【図2】



【図4】



【図3】





PAT-NO: JP410144640A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10144640 A

TITLE: METHOD AND APPARATUS FOR CLEANING  
WAFER

PUBN-DATE: May 29, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SASAKI, NORINAGA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NEC CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08298527

APPL-DATE: November 11, 1996

INT-CL (IPC): H01L021/304

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and apparatus for cleaning a wafer, without re-depositing dispersed particles or polluting the atmosphere by removing the particles electrostatically or chemically adsorbed to the surface of the semiconductor wafer.

SOLUTION: A wafer 1 is contacted to and held on a rotatable metal table 2 having electrodes, an a-c voltage is applied to the table to electrostatically dispersing electrostatically adsorbed particles, an Ar gas is jetted from a nozzle 5 to involve and suck them in a suction hole 6 to

discharge them. The  
table 2 is vibrated by an ultrasonic oscillator 4 and  
nozzle 5 is moved over  
the wafer. For chemically adsorbed particles, they are  
irradiated by an  
ultraviolet lamp 7 or ozone-contg. gas flows through a  
quartz-made U-shaped  
pipe 9 and irradiated by an ultraviolet lamp 8 to activate  
the gas and it is  
jetted from the nozzle.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO